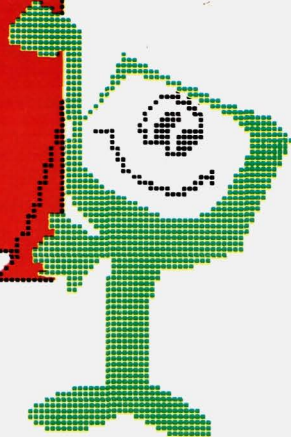
20 VIDEOLEZIONI DI BASIC
PER IMPARARE COL VIC 20

GRUPPO
EDITORIALE
JACKSON

- Musica elettronica
- Il sintetizzatore
- Il suono del VIC 20
- Le note e la musica programmata
- Programmi sonori
- Videoesercizi
- Videogioco n° 17

17

COMMODORE
VIC 20

VIDEO BASIC VIC 20
Pubblicazione quattordicinale
edita dal Gruppo Editoriale Jackson
Direttore Responsabile:
Giampietro Zanga
Direttore e Coordinatore
Editoriale: Roberto Pancaldi
Autore: Softidea - Via Indipendenza 88 - Como
Redazione software:
Francesco Franceschini, Enrico Braglia,
Fabio Calanca
Segretaria di Redazione:
Marta Menegardo
Progetto grafico:
Studio Nuovaidea - Via Longhi 16 - Milano
Impaginazione:
Silvana Corbelli
Illustrazioni:
Cinzia Ferrari, Silvano Scolari
Fotografie:
Marcello Longhini
Distribuzione: SODIP
Via Zuretti, 12 - Milano
Fotocomposizione: Lineacomp S.r.l.
Via Rosellini, 12 - Milano
Stampa: Grafika '78
Via Trieste, 20 - Pioltello (MI)
Direzione e Redazione:
Via Rosellini, 12 - 20124 Milano
Tel. 02/6880951/5

Autorizzazione alla pubblicazione Tribunale di Milano n° 422 del 22-9-1984
Spedizione in abbonamento postale Gruppo II/70 (autorizzazione della Direzione Provinciale delle PPTT di Milano).
Prezzo del fascicolo L. 8.000
Abbonamento comprensivo di 5 raccoglitori L. 165.000
I versamenti vanno indirizzati a: Gruppo Editoriale Jackson S.r.l. - Via Rosellini, 12 20124 Milano, mediante emissione di assegno bancario o cartolina vaglia oppure utilizzando il c.c.p. n° 11666203.
I numeri arretrati possono essere richiesti direttamente all'editore inviando L. 10.000 cdu. mediante assegno bancario o vaglia postale o francobolli.
Non vengono effettuate spedizioni contrassegno.

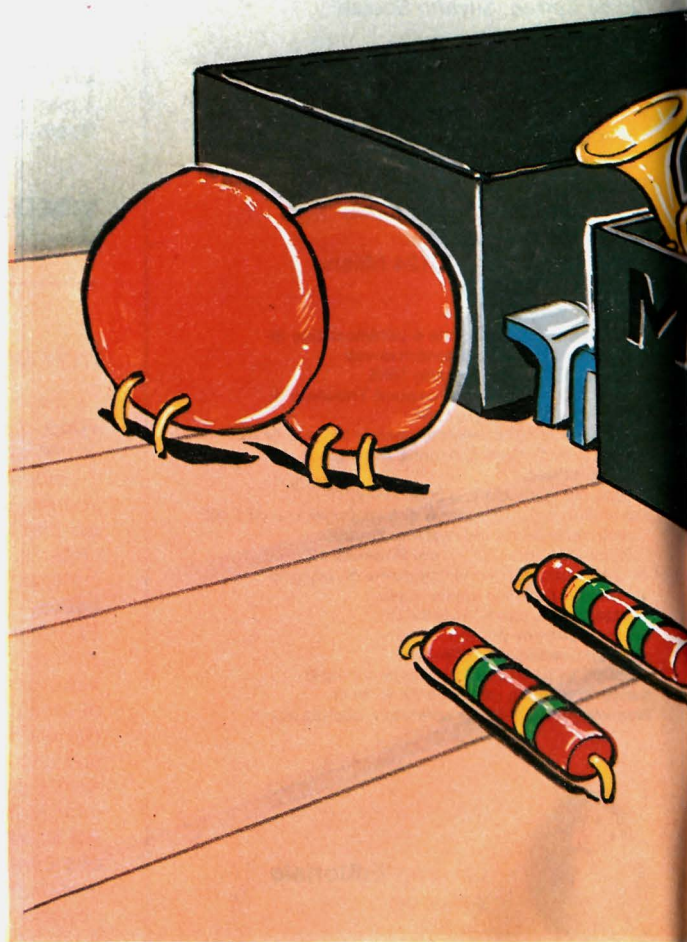
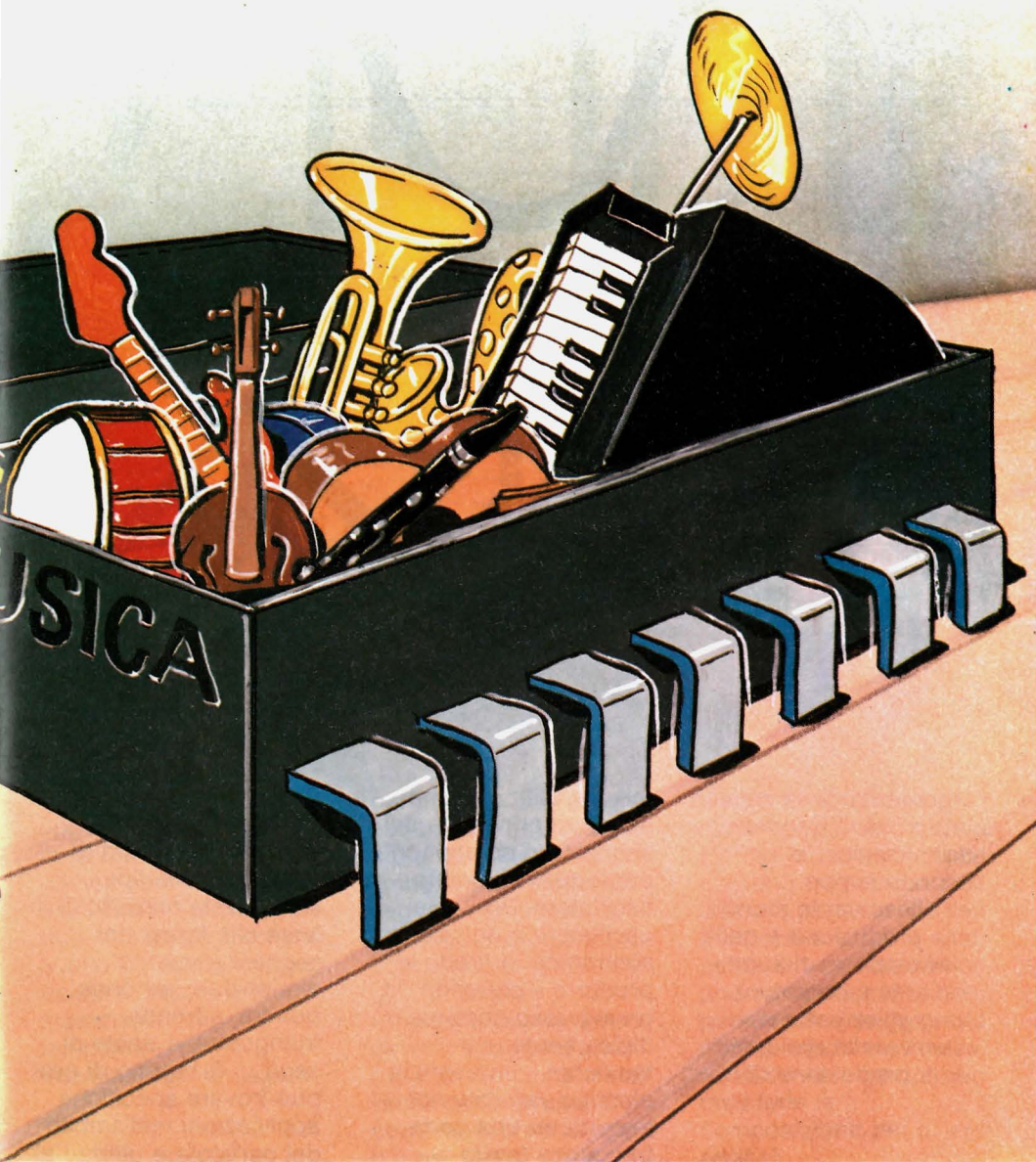
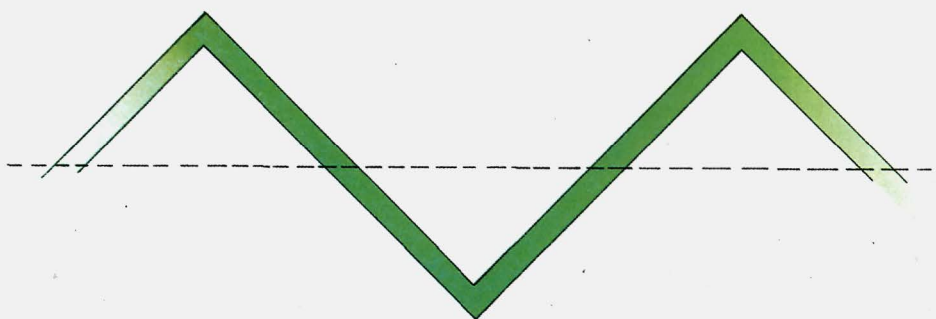
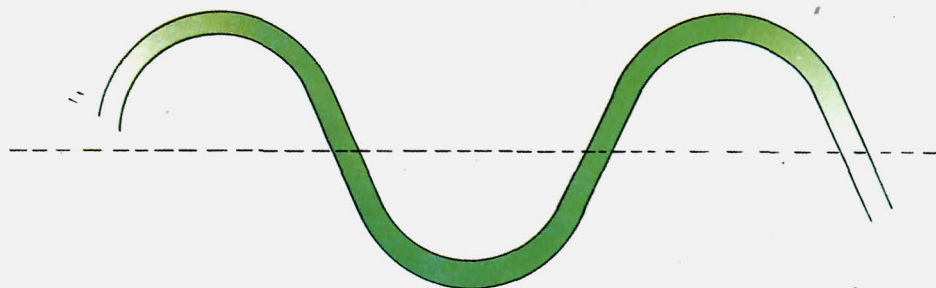
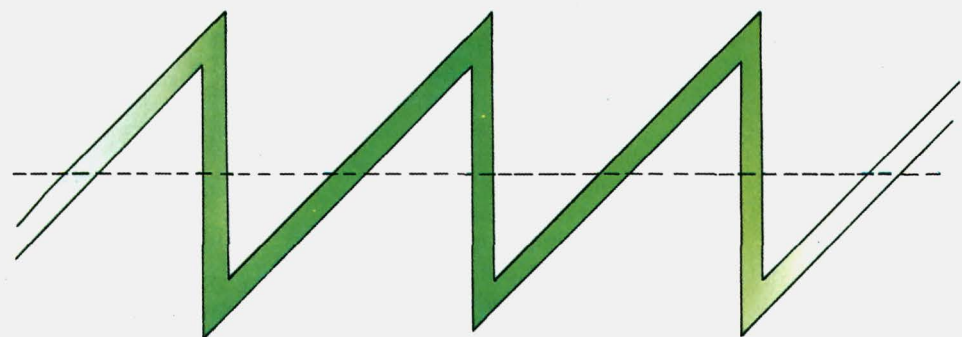
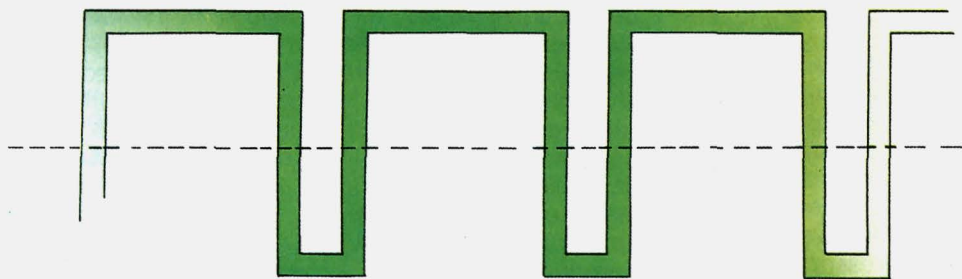
Gruppo Editoriale Jackson

SOMMARIO

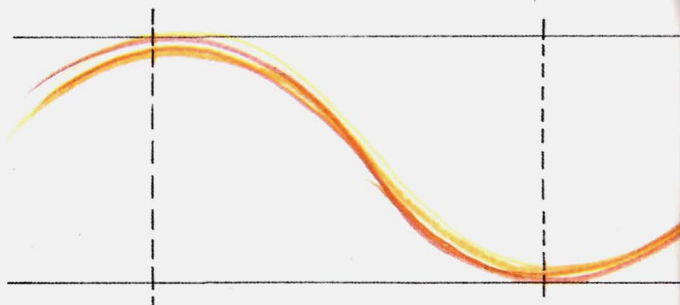
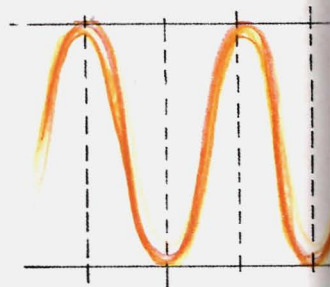
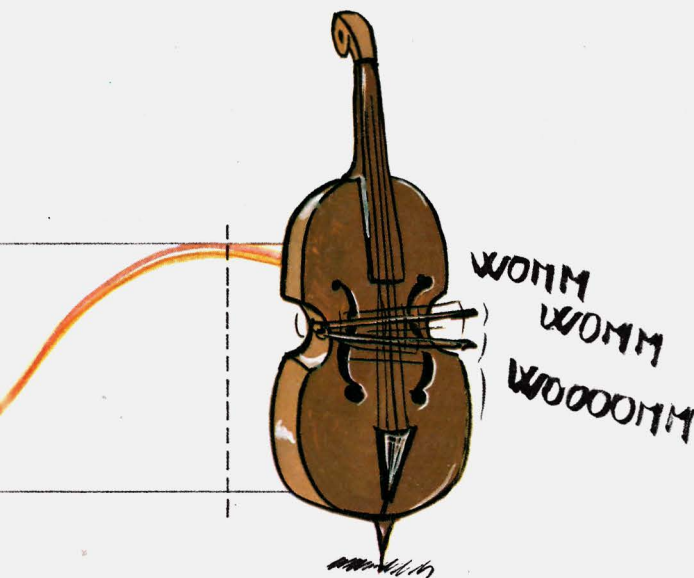
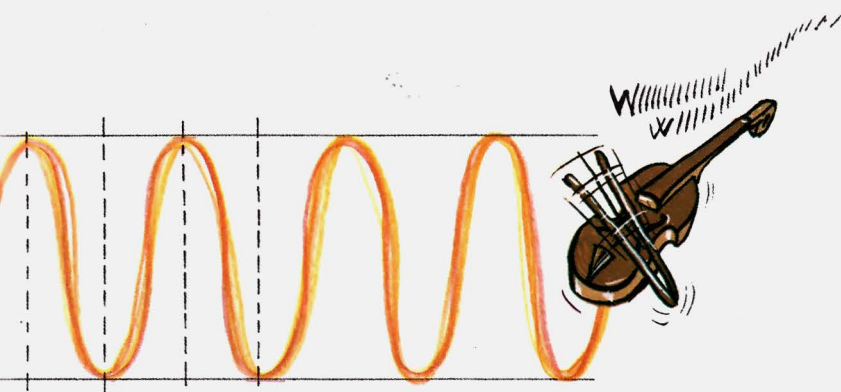
Introduzione

La frase ad effetto potrebbe essere: «Uno, dieci, cento strumenti musicali in uno solo: il computer!».
Il computer, più o meno sotto mentite spoglie, si è infatti aggiunto al novero dei classici strumenti musicali - quali chitarra, organo, clarino, ecc. - imitandone le sonorità o creandone di nuove.
Esistono a questo scopo sofisticate apparecchiature elettroniche degne più di un provetto programmatore che di un ispirato musicista.
Già col tuo computer, però, puoi suonare.
Non è che il tuo VIC 20 sia improvvisamente diventato intonato, ma solamente che le caratteristiche che compongono un suono (intensità, timbro, durata, altezza) sono riconducibili in termini numerici.
E allora ...?! Buona suonata.

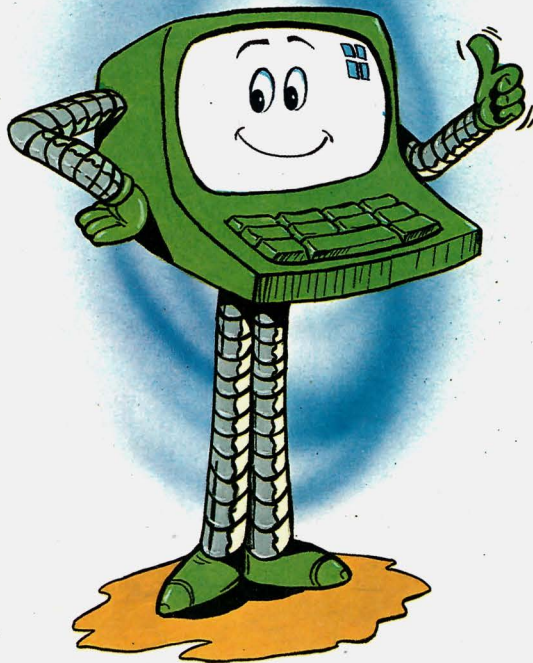
La musica elettronica

È ormai un fatto noto a chiunque come l'elettronica - sin dalla sua nascita - abbia fatto ingresso, dapprima timidamente e quindi con sempre maggiore prepotenza, anche nel settore musicale, arrivando ormai ai nostri giorni, a proporre con ritmo quasi quotidiano nuovi strumenti e dispositivi adatti a generare od imitare suoni sempre più complessi ed elaborati. Le possibilità musicali si sono estese in questi ultimi anni anche ai micro e personal computer: affronteremo quindi in questa lezione

HARDWARE

l'argomento della musica elettronica in generale, addentrandoci in un secondo tempo nell'affascinante mondo della produzione e della composizione di suoni mediante elaboratore. La maggior parte dei sistemi elettronici usati per la produzione di musica utilizza come sorgente principale del segnale un componente particolare chiamato oscillatore. Un oscillatore è un circuito elettronico in grado di produrre - partendo da un ingresso costante (tipicamente una tensione) - un segnale elettrico variabile nel tempo con una certa frequenza (ossia ripetendolo diverse volte per ogni secondo). Esistono oscillatori di numerosissimi tipi, solitamente classificati in base alla forma del segnale generato: sinusoidale, ad onda quadra, ad onda triangolare, a dente di sega..... Ciascuno di essi può trovare specifiche applicazioni nell'ambito del particolare utilizzo al

quale è destinato, oppure essere adoperato in successione o in contemporanea ad altri oscillatori. Per chiarire questo aspetto facciamo subito un esempio tipico. Esistono alcuni teoremi matematici che dimostrano come qualsiasi tipo di segnale periodico possa essere scomposto in una serie più o meno lunga (al limite anche infinita) di segnali elementari; di conseguenza, quindi, componendo gli uni con gli altri segnali elementari è possibile generare forme d'onda più o meno complicate. Ricorrendo all'uso contemporaneo di uno o più oscillatori è allora possibile riprodurre in modo "artificiale" segnali elettrici di qualsiasi tipo, durata o frequenza. Basterà pertanto conoscere tutti i parametri caratteristici di una certa onda e potremo essere in grado di ricrearla in modo relativamente semplice mediante la composizione dei diversi segnali.

Il sintetizzatore

Quella che abbiamo appena esaminato è una procedura che trova larga applicazione nella generazione dei suoni da parte di uno strumento divenuto ormai pressoché indispensabile nella composizione e partitura della musica moderna, cioè il sintetizzatore.
Partendo dall'analisi delle forme d'onda sonore, cioè dei timbri degli strumenti più disparati (violini, pianoforti, trombe, organi, ecc.), i costruttori di sintetizzatori "accordano" infatti gli oscillatori in modo tale da ripeterne più o meno fedelmente le frequenze tipiche, arrivando così a riprodurne in modo elettronico le caratteristiche tonali e timbriche. Con la semplice pressione di un pulsante è quindi possibile emulare sulla tastiera del sintetizzatore una vastissima gamma di strumenti, disponendo così di un assortimento di possibilità musicali praticamente illimitato.
Nella rappresentazione di un timbro occorrono solitamente due famiglie differenti di elementi, raggruppabili nel cosiddetto inviluppo e nello spettro o forma d'onda.
L'inviluppo ci descrive come il suono varia di ampiezza durante l'esecuzione di una nota,

mentre lo spettro ci dà informazioni sulla complessità del suono stesso.
Lo spettro di un suono indica inoltre le ampiezze di ciascun componente elementare che costituisce lo spettro stesso, dove per componente elementare si considera di solito un suono sinusoidale, chiamato anche puro.
I guai saltano fuori dal fatto che normalmente per gli strumenti tradizionali lo spettro non è sempre uguale, ma varia nel tempo, per cui per dare una

rappresentazione completa si dovrebbe indicare per ciascuna componente elementare il relativo inviluppo. Questo risulta nella maggior parte dei casi praticamente impossibile, per l'enorme quantità di informazioni necessarie. Per dare una rappresentazione sintetica dello spettro viene usata di solito la forma d'onda che corrisponde alla somma punto per punto delle varie componenti sonore.
Quando il sintetizzatore lavora nel ruolo che abbiamo appena descritto si chiama «a sintesi additiva», dal momento che giunge al segnale finale eseguendo una serie di somme di segnali-base.
Esiste anche un altro tipo di sintetizzatore, basato sul procedimento esattamente opposto, cioè sulla «sintesi sottrattiva». Nella sintesi sottrattiva il segnale di partenza è di forma molto complessa, e viene ridotto alla forma d'onda desiderata facendolo passare attraverso una serie di circuiti elettronici chiamati filtri.
Un filtro è un dispositivo in grado di arrestare una certa componente d'onda, lasciandone passare tutta la parte restante. Esistono filtri "passa-basso" (che fanno passare soltanto la parte di un'onda a frequenza più bassa), filtri "passa-alto" (che fanno invece passare soltanto le frequenze più alte) e filtri "passa-banda" (che fanno passare tutte le componenti aventi frequenza compresa entro due limiti ben determinati).

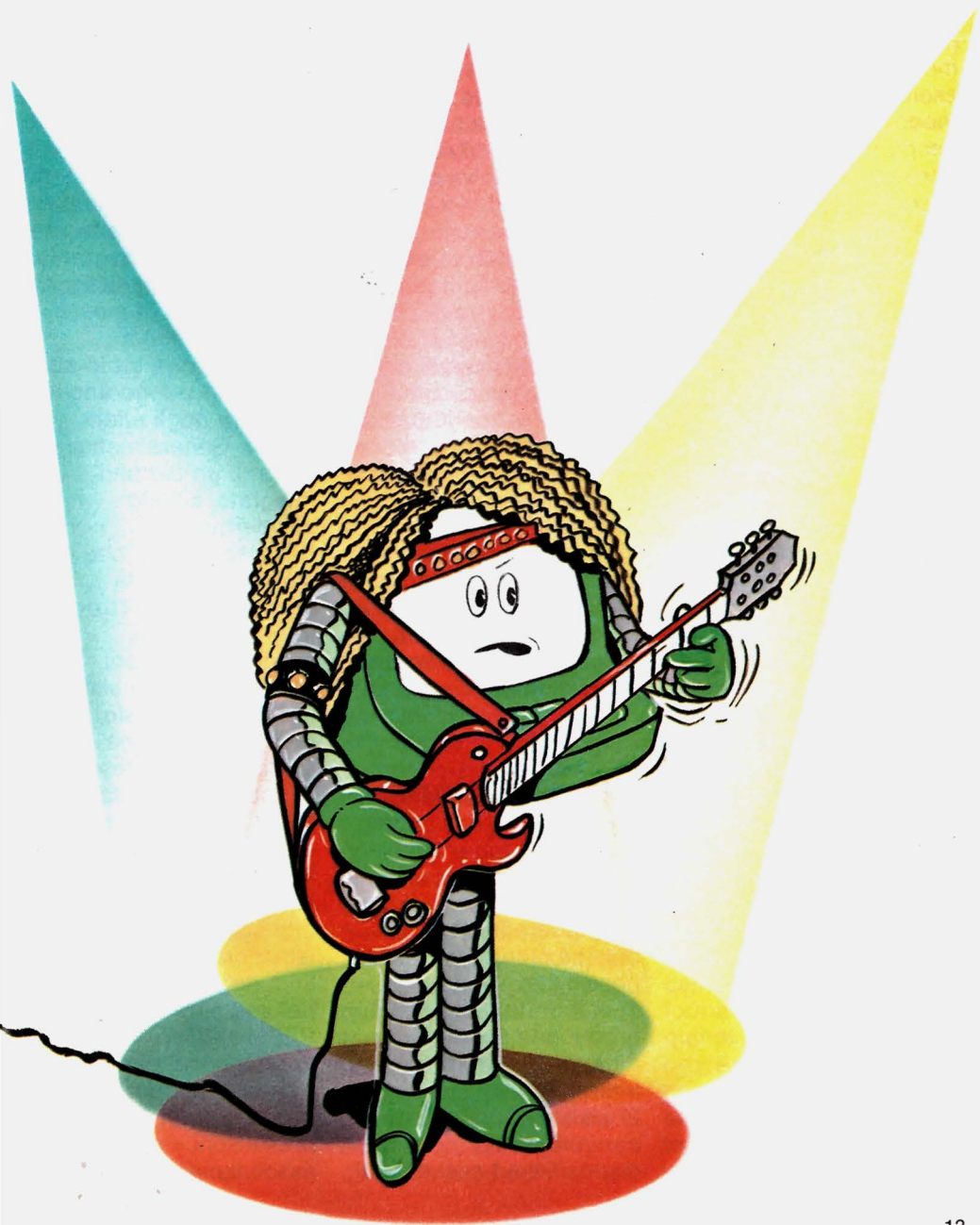
La sintesi sottrattiva risulta tecnicamente meno difficoltosa da realizzare rispetto alla sintesi additiva, e richiede un'attrezzatura di solito meno costosa. Tuttavia questo metodo è abbastanza limitato dal numero delle forme d'onda che possono essere create

direttamente. Potrebbe sembrare che, generando un segnale iniziale contenente un numero infinito di frequenze (questo tipo di segnale si chiama "rumore bianco" e puoi per esempio sentirlo quando, sintonizzando la tua radio o il tuo televisore su una certa emittente, attraversi una zona dove non esistono segnali emessi da nessuna stazione trasmittente), sarebbe possibile risolvere il problema.
Sfortunatamente, però, occorrerebbero infiniti filtri per arrivare al segnale desiderato: la cosa è quindi irrealizzabile.
La sintesi additiva risulta quindi più versatile, mentre quella sottrattiva più semplice ed economica. Come compromesso molti sintetizzatori le offrono entrambe, generando spesso nuove ed ulteriori forme d'onda combinando segnali ottenuti con sintesi additiva e segnali prodotti mediante sintesi sottrattiva.

La generazione del suono

Una volta introdotti gli elementi fondamentali per la generazione del segnale che si vuole riprodurre occorre anche rendere questo segnale compatibile con i dispositivi adibiti alla riproduzione del segnale stesso (cioè gli altoparlanti).
Vediamo quindi - esaminando i vari elementi uno per uno - come deve essere composta la catena necessaria per ottenere alla fine un segnale avvertibile alle nostre orecchie.
Innanzi tutto il sintetizzatore deve poter generare la forma d'onda che noi desideriamo ascoltare, apportando eventualmente le modifiche o i miglioramenti che debbono essere introdotti per ottenere particolari effetti sonori (per esempio: eco, riverbero, effetto-chiesa, ecc.). Tale forma d'onda - generata come visto prima da un certo numero di oscillatori - è però costituita da un segnale di potenza molto limitata, assolutamente insufficiente per poter essere inviato direttamente agli altoparlanti. Tra gli oscillatori ed i diffusori acustici va quindi inserito un amplificatore, cioè un dispositivo capace di "rinforzare" il segnale, mantenendone intatte tutte le caratteristiche di partenza.
Una volta fatta questa operazione l'altoparlante (o gli altoparlanti) può diffondere acusticamente la forma d'onda del segnale elettrico di partenza, riprodotta stavolta per via sonora.
Ciò che un altoparlante esegue è infatti una semplice trasformazione di segnali, da elettrici ad acustici, senza inserire o togliere alcuna informazione a ciò che gli viene fornito in ingresso.
Tecnicamente la parte più importante dell'intero sistema è costituita - come ovvio - dal sintetizzatore; tutto il resto svolge, in un certo senso, funzioni secondarie (per quanto altrettanto importanti agli effetti della generazione del suono).

Il suono e i computer

Adesso che abbiamo bene in mente gli oggetti su cui possiamo operare, vediamo quali sono i modi più comuni per ottenere qualcosa di suonabile attraverso un computer.

Innanzitutto il computer deve disporre di un sintetizzatore al proprio interno o, quanto meno, di una interfaccia che lo colleghi con un sintetizzatore esterno. Occorre avere in secondo luogo la possibilità di poter comandare questo sintetizzatore: deve cioè esistere un modo - sia hardware che software - mediante il quale comunicare con il sintetizzatore.
Trascuriamo per un momento questo aspetto, proponendoci di riprenderlo più avanti.
Normalmente in quasi tutti i sistemi musicali basati su elaboratore si possono identificare tre fasi differenti nelle operazioni svolte: definizione dei timbri o strumenti, organizzazione delle successioni di suoni da produrre ed infine esecuzione del brano.
Talvolta nei sistemi dotati di una tastiera interfacciata all'elaboratore la seconda e la terza fase possono coincidere.
Nella prima fase viene creato il tipo di suono che dovrà essere usato in seguito: questo avviene facendo immagazzinare in una opportuna area di memoria del computer tutti quei valori che si riferiscono all'inviluppo e alla forma d'onda. In questo modo, durante l'esecuzione, quando l'elaboratore trova l'indicazione di un determinato timbro deve andare a leggere in quell'area di memoria tutti i dati riguardanti il timbro in questione, per poi riprodurre il suono.
Nella seconda fase si deve far leggere all'elaboratore la sequenza di note da produrre, in pratica una specie di partitura, predisposta in modo tale che i vari suoni siano organizzati secondo tempi di azione crescenti (il tempo di azione indica dopo quanto tempo dall'inizio del brano deve entrare un certo suono).

HARDWARE

Ovviamente, tutti questi dati dovranno essere memorizzati su una memoria secondaria (per esempio in un file), in modo che a distanza di tempo si possa riprodurre il brano o eventualmente correggerne gli errori.

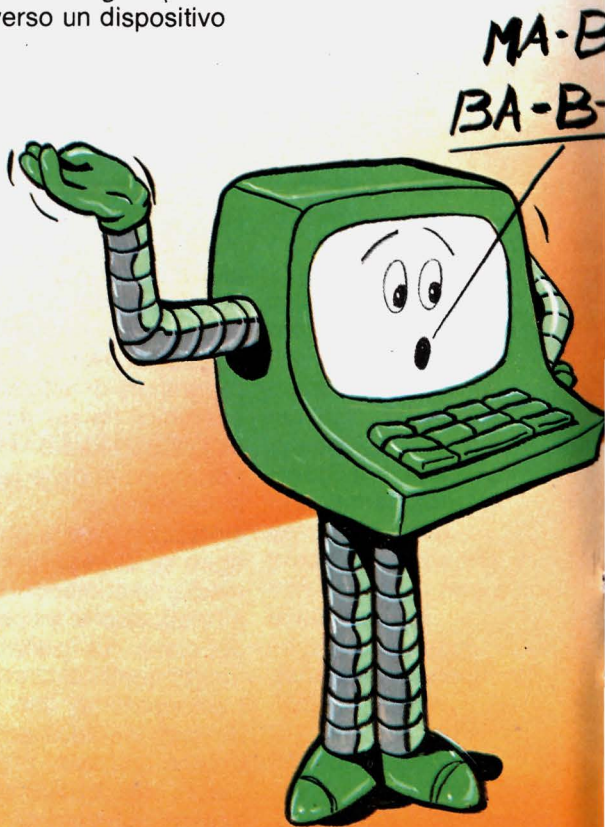
Questa seconda fase è sempre la più lunga e noiosa, e in cui è più facile sbagliare.
Nella terza fase, quando è distinta dalla seconda, l'elaboratore deve leggere ripetitivamente i dati che si riferiscono alla partitura e, fondendoli con quelli che si riferiscono al timbro, produrre il suono.
Le possibili varianti a questo schema, come abbiamo già detto prima, sono tali per cui, per esempio, nei sistemi muniti di tastiera musicale si possono introdurre direttamente i dati riguardanti la partitura, suonando, in modo da rendere più spontanea la successiva esecuzione.

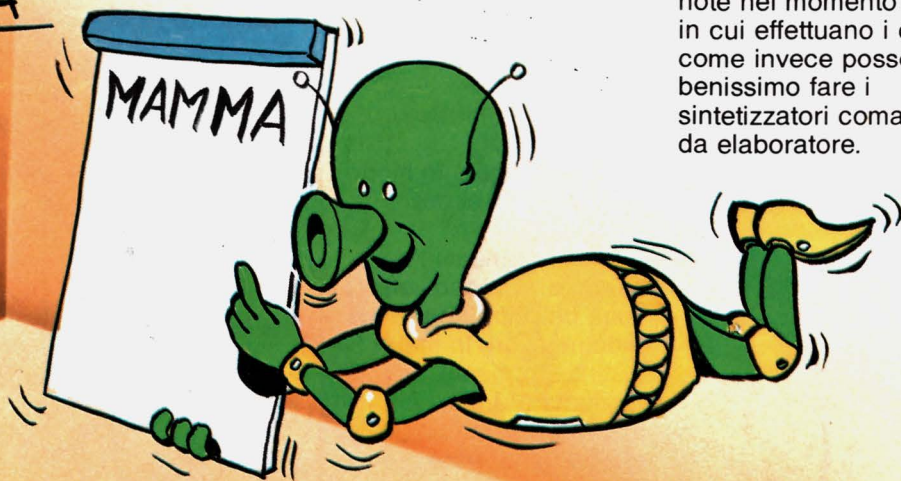
La produzione dei suoni

Si deve subito distinguere fra tre diverse tecniche e possibilità:
1) elaboratori che producono suoni attraverso i loro circuiti interni;
2) elaboratori che controllano dei dispositivi ad essi esterni (ad esempio un sintetizzatore con la relativa interfaccia);
3) elaboratori che producono suoni mediante sintesi di campionamento.
Il primo caso è il più semplice e forse quello che la maggior parte di persone ha già avuto modo di sperimentare. Si tratta sempre di piccoli micro e personal computer, che tra le altre funzioni possono anche produrre degli effetti sonori. Generalmente si tratta di un circuito integrato, situato all'interno dell'elaboratore, che può ricevere dall'unità centrale delle istruzioni in grado di fargli produrre dei suoni.
Mentre in alcuni sistemi l'accesso a questo componente viene facilitato dalla presenza di specifiche istruzioni BASIC (tuttavia a scapito di una maggiore flessibilità nella produzione sonora), in altri sistemi si opera con istruzioni a livello di linguaggio macchina, per esempio mediante PEEK e POKE.
In ogni caso, data l'estrema economicità di questi sistemi, le prestazioni - per quanto assolutamente

stupefacenti - sono abbastanza scarse, a causa del limitato numero di voci disponibili e della carenza di timbri.
Il secondo caso è quello che, allo stato attuale dei dispositivi presenti sul mercato e in base al loro costo, può dare le maggiori soddisfazioni.

La situazione più comune è quella di avere un personal computer collegato a uno o più sintetizzatori mediante una interfaccia tipo la MIDI. La MIDI (abbreviazione di Musical Instrument Digital Interface) è una interfaccia digitale che i costruttori di apparecchi musicali elettronici hanno recentemente concordato essere uno standard universale, e grazie alla quale è possibile collegare, più strumenti, oppure strumenti ed elaboratori con un semplice cavo.
In questo caso l'elaboratore riceve ed invia delle informazioni al o ai sintetizzatori, permettendo il più ampio sfruttamento delle loro possibilità. Nei programmi di utilizzo più comuni si ha sul video dell'elaboratore una riproduzione delle pulsantiere del sintetizzatore e si può agire su di esse mediante comandi all'elaboratore. Il compito del computer risulta quindi quello di trasformare la descrizione delle varie note in una serie di valori, che dovranno poi essere indirizzati ai circuiti interni del sintetizzatore. Le possibilità di questo sistema dipendono sia dalla qualità del dispositivo esterno collegato all'elaboratore sia del tipo di programma impiegato; in pratica si può ritenere che, se migliori sono i dispositivi collegati all'elaboratore, tanto migliori saranno i risultati.
Per ultimo esaminiamo il caso degli elaboratori che operano con la sintesi per campionamento. Questi elaboratori producono direttamente il segnale sonoro senza bisogno di oscillatori esterni od interni.
Prova a pensare a una forma d'onda scomposta in tanti piccoli intervallini: se noi consideriamo l'ampiezza di questi intervallini come una rappresentazione approssimata della nostra onda, considerandoli in successione ordinata, abbiamo realizzato un campionamento della forma d'onda. Vediamo quindi come avviene il processo di campionamento di un segnale: a intervalli di tempo costanti il segnale viene misurato nella sua

ampiezza e queste misure vengono memorizzate a parte. In base anche a un ragionamento intuitivo, tanto più piccoli sono gli intervalli di tempo in cui il segnale viene misurato, tanto maggiore sarà la fedeltà di riproduzione.
In un secondo tempo i numeri che rappresentano le ampiezze istantanee del segnale campionato vengono fatti passare attraverso un convertitore digitale/analogico (cioè attraverso un dispositivo che trasforma i segnali digitali in grandezze variabili con continuità, cioè analogiche), che in uscita ricostruisce il segnale originale.
Nella generazione di suoni complessi

mediante campionamento l'elaboratore costruisce allora i nuovi valori, sommando campione per campione i valori di diversi segnali elementari. Il risultato è un'onda complessa, formata dalla somma di tutte le componenti elementari usate.
I sistemi che si basano sulla sintesi per campionamento sono di solito costituiti da elaboratori molto grossi e potenti, perché la quantità di calcoli che occorrono solo per produrre un minuto di musica è molto grande.
Con questa tecnica di sintesi musicale si può praticamente ottenere tutto (o quasi), ma, a parte il loro costo (veramente elevato!), questi sistemi hanno il difetto di non poter essere usati per produrre musica in tempo reale (cioè non possono eseguire le note nel momento stesso in cui effettuano i conti), come invece possono benissimo fare i sintetizzatori comandati da elaboratore.

Programmando opportunamente un sintetizzatore è possibile riprodurre abbastanza fedelmente la voce umana.

Il suono ed il VIC 20

Come già detto prima, molti micro e personal computer dispongono di capacità e possibilità sonore. Tra questi anche il tuo VIC 20.
Esso è infatti in grado di produrre suoni e di generare musiche e rumori di moltissimi tipi.
Si può addirittura dire che al momento attuale esistono sul mercato ben pochi altri elaboratori provvisti di così vaste doti musicali.
Come abbiamo già visto a proposito della grafica, anche l'emissione dei suoni è affidata nel computer a un circuito particolare (chiamato VIC), che dà il nome all'intera macchina. Esso dispone di un certo numero di registri (cioè di locazioni) che possono essere usati a piacimento per impostare la musica desiderata.
Il VIC è studiato in modo da poter provocare anche contemporaneamente il suono di 3 voci diverse l'una dall'altra (in pratica è come avere in mano 3 distinti strumenti). In aggiunta a queste è inoltre presente un quarto generatore sonoro, di funzionamento differente. Invece di note e toni, esso produce infatti quel particolare tipo di rumore, chiamato tecnicamente "rumore bianco". L'uscita di questo generatore può essere filtrata, in modo che il suono da essa prodotto assuma tonalità diverse. Ciascuna voce fa infatti riferimento a determinati registri del VIC, mediante i quali è quindi possibile assegnare le singole caratteristiche sonore. Il metodo scelto dalla Commodore per il VIC è estremamente comodo, versatile e potente: esso permette infatti - grazie alla gestione del suono

da parte di un circuito integrato dedicato - di generare musiche molto più varie ed assortite di quelle ottenibili ricorrendo ad altre soluzioni.
Vedremo più avanti le tecniche da impiegare per riuscire a produrre i suoni: per il momento è soltanto necessario che tu controlli, se utilizzi un monitor, che esso disponga di un altoparlante incorporato. Non disponendo al proprio interno di alcun altoparlante, il tuo VIC 20 invia infatti i segnali sonori (insieme ai segnali audio) al cavo che lo connette al monitor.
Mentre per il televisore non esistono problemi (quale apparecchio non dispone di volume?), parecchi monitor non prevedono uscite sonore. In questo caso l'unica soluzione per riuscire a sentire qualcosa è connettersi temporaneamente al televisore.

Cos'è il suono

Il suono - lo sappiamo benissimo - è un particolare fenomeno fisico al quale uno dei nostri sensi (l'udito) è sensibile. Esso si propaga nell'aria mediante lo spostamento ondulatorio delle varie molecole gassose che costituiscono l'atmosfera, cioè attraverso serie di movimenti in avanti e indietro delle diverse particelle rispetto ai punti in cui esse si trovano in stato di riposo.

La velocità con cui i vari cicli di movimenti (che si chiamano anche onde sonore) vengono eseguiti dipende dalla nota emessa dalla sorgente responsabile della produzione del suono. Quest'ultima è simile a quella provocata in uno stagno lasciandovi cadere un oggetto, per esempio un sasso: se l'oggetto è piccolo, le onde non saranno molto marcate, mentre se l'oggetto è di dimensioni notevoli, le onde saranno più evidenti.

Se si dovesse disegnare in un grafico l'entità dello spostamento di una singola particella attorno al punto in cui si trova rispetto al trascorrere del tempo, si otterrebbe il disegno dell'onda sonora; tale onda ha in genere la forma di una sinusoide e la sua caratteristica principale è il tempo che impiega a svilupparsi completamente, in modo da ripetersi identica per un secondo ciclo.

Questo tempo è definito periodo dell'onda e si misura in secondi o frazioni di secondi. Se si misura invece l'inverso, cioè il numero di cicli che l'onda esegue nel tempo di un secondo, si definisce un'altra quantità molto famosa: la frequenza (che si misura in cicli al secondo, o hertz).

Il suono emesso da uno strumento è sempre caratterizzato da una frequenza fondamentale, che è quella corrispondente alla nota suonata, ma che è in genere accompagnata da altre onde sonore, che hanno una frequenza multipla intera (doppia, tripla, ecc.) di quella fondamentale.

Queste onde si chiamano armoniche superiori e sono importanti perché la loro presenza (in quantità) dà una caratteristica al suono (detto timbro) che contraddistingue tra loro gli strumenti musicali. Il risultato finale dell'onda assieme alle sue armoniche è una forma non sinusoidale, ottenuta sommando le varie onde.

Oltre al timbro, esistono altri tre elementi indispensabili per caratterizzare un'onda sonora: la durata, l'altezza e l'intensità.

La durata è la caratteristica del suono che calcola lo spazio di tempo in cui un suono è percepito. La durata specifica quindi quanto a lungo la sorgente

sonora pone in vibrazione le particelle che trasmettono l'onda (composta da molecole d'aria nel caso dell'atmosfera e da molecole d'acqua per uno stagno). L'unità di misura della durata è un tempo, per esempio secondi.

L'altezza specifica invece quanto un suono è grave o acuto. Essa viene misurata in hertz: quanto più elevata è la frequenza, tanto più un suono è acuto. Il nostro orecchio potrebbe teoricamente avvertire suoni compresi tra i 20 ed i 20000 hertz: col passare degli anni (ed anche a causa del continuo inquinamento acustico cui siamo quotidianamente sottoposti) perdiamo tuttavia molte delle nostre facoltà nei confronti delle frequenze estreme, specie le più alte. Comunque, per il nostro discorso (visto che i computer e gli altoparlanti ad essi collegati non permettono prestazioni musicali troppo esasperate) la cosa non ha troppa importanza.

Il terzo elemento, l'intensità, è indubbiamente il più facile da comprendere. In effetti abbiamo quotidianamente a che fare con apparecchi come televisore, registratore, radio, ecc., sui quali si può regolare il volume. Alzando o ruotando la manopola del televisore possiamo variare l'intensità complessiva, cioè il volume dell'apparecchio. Diciamo "complessiva", in quanto abbassando il volume si abbassano proporzionalmente tutti i suoni ed i rumori diffusi dall'apparecchio. In altri termini, se immagini il televisore come uno strumento e tutti i suoni come un unico suono, il tasto "volume" agisce solo sull'elemento "intensità", lasciando invariati tutti gli altri. L'unità di misura della intensità sonora è il decibel. Normalmente la soglia minima per riuscire ad avvertire un suono si aggira sui 20 decibel, mentre il livello oltre il quale si ha la cosiddetta "soglia del dolore" (i suoni troppo forti possono addirittura provocare danni irreversibili all'udito) è di circa 120-130 decibel.

Il suono

Poiché la gestione dei suoni nel VIC 20 non è affidata a specifiche istruzioni BASIC, dovremo - analogamente a quanto fatto a proposito della grafica - lavorare con i potenti comandi PEEK e POKE. Prima di cominciare a parlare di musica è però necessario individuare con esattezza i vari registri adibiti al comando e al controllo delle diverse prestazioni ottenibili dal VIC.
Il calcolatore dispone di 5 locazioni di memoria per controllare i suoni. Queste locazioni sono i byte di indirizzo:

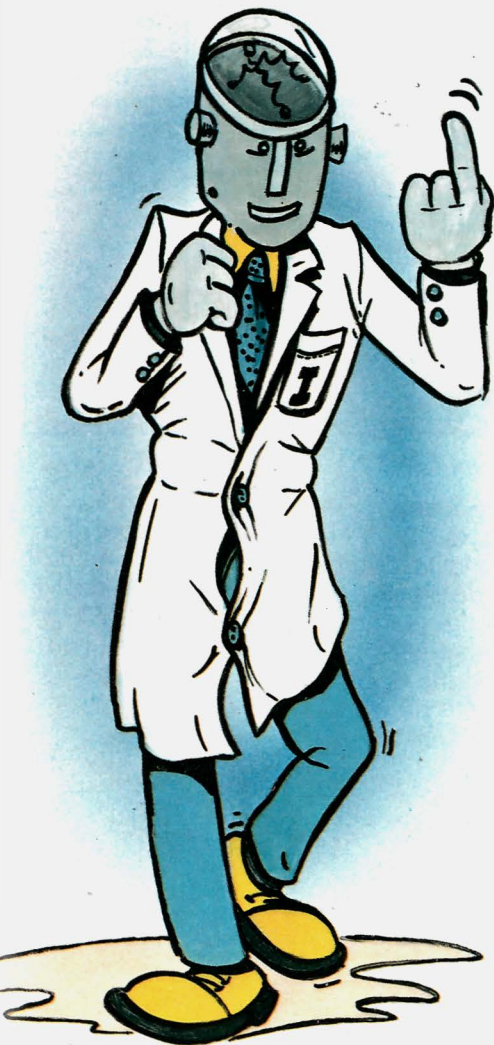
36874, 36875, 36876, 36877, 36878.

Esempi

POKE 36878, X	Predispone il volume del suono; X può variare da 0 a 15. Dato che qualsiasi altro valore può provocare effetti indesiderati, occorre sempre fare molta attenzione di restare entro questo intervallo.
POKE 36874, X	Predispone la prima tonalità; X può variare tra 128 e 255.
POKE 36875, X	Predispone la seconda tonalità; X può variare tra 128 e 255.
POKE 36876, X	Predispone la terza tonalità; X può variare tra 128 e 255.
POKE 36877, X	Predispone il generatore di rumore bianco; X può variare tra 128 e 255.

I suoni non sono comunque utilizzabili fino a quando il volume raggiunge un valore sufficiente. Conviene comunque sempre portarlo al massimo (cioè a 15), regolando eventualmente il sonoro mediante la manopola del volume posta sul televisore o sul monitor. Ed ecco finalmente un programma che ti permetterà di far suonare il tuo VIC 20:

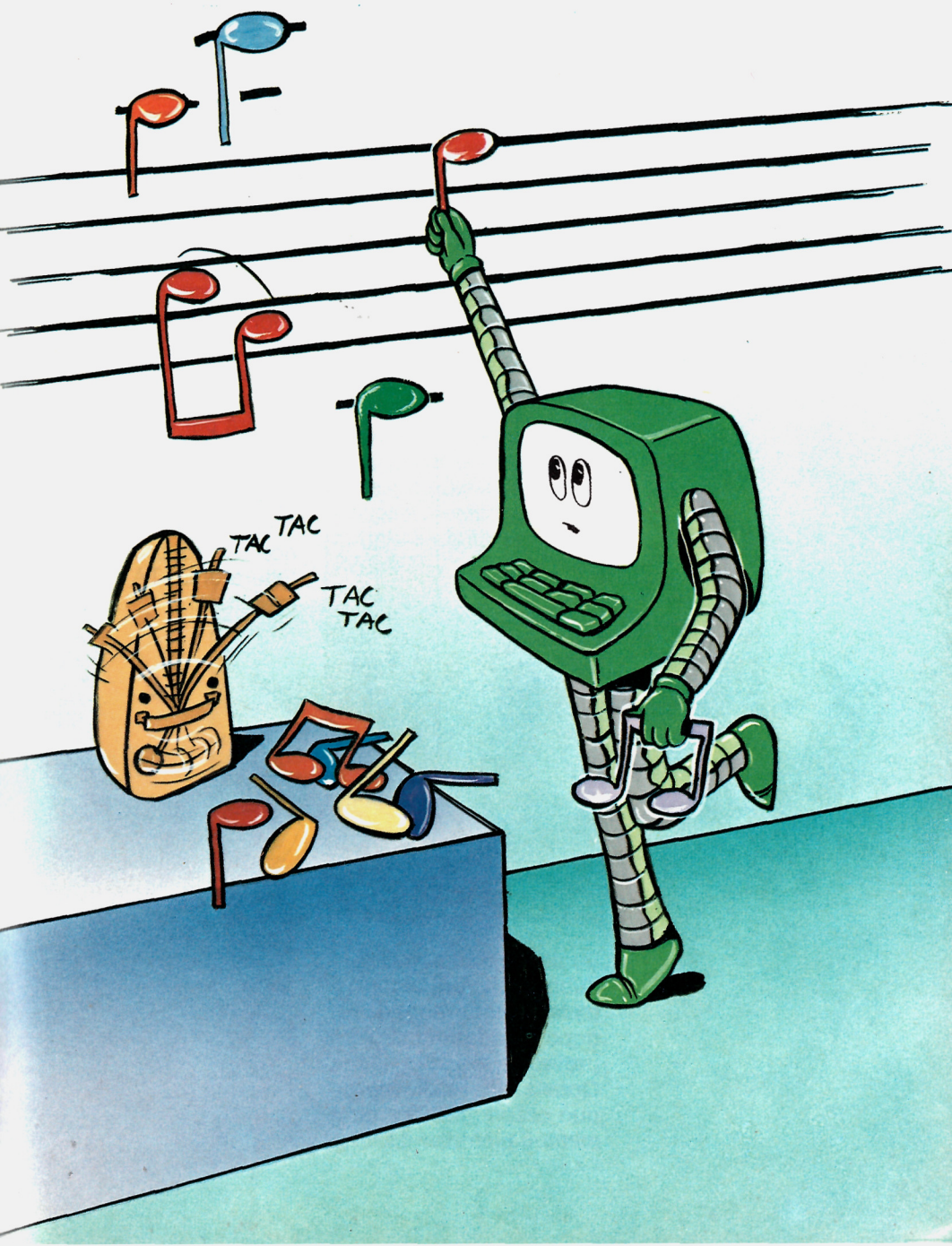
```
10 PRINT CHR$ (147)
20 FOR I = 1 TO 5
30 POKE 36873 + I, 0
40 NEXT I
50 PRINT "QUALE TIMBRO (1 – 4)?"
60 PRINT "PER FINIRE BATTI 0"
70 INPUT N
80 IF N = 0 THEN END
90 PRINT "QUALE TONALITA'?"
100 INPUT P
110 POKE 36878, 15
120 POKE 36873 + N, P
130 FOR J = 1 TO 2000 : NEXT J
140 GOTO 10
```

L'unica cosa del programma degna di nota è la presenza delle linee 20-40: servono infatti per predisporre i registri del VIC ai successivi valori. È sempre buona abitudine inserirli all'inizio di tutti i programmi musicali.

Le note musicali

Ecco i valori da dare alla tonalità e da inserire nei registri per ottenere le note musicali:

NOTA	VALORE	NOTA	VALORE
DO	135	SOL	215
DO#	143	SOL#	217
RE	147	LA	219
RE#	151	LA#	221
MI	159	SI	223
FA	163	DO	225
FA#	167	DO#	227
SOL	175	RE	228
SOL#	179	RE#	229
LA	183	MI	231
LA#	187	FA	232
SI	191	FA#	233
DO	195	SOL	235
DO#	199	SOL#	236
RE	201	LA	237
RE#	203	LA#	238
MI	207	SI	239
FA	209	DO	240
FA#	212	DO#	241

Come abbiamo appena visto, 3 diversi byte controllano la tonalità; la più bassa dipende dal 36874, la media dal 36875 e l'alta dal 36876. Ponendo in ciascuno di questi byte *il valore di* una certa nota, si ottiene in uscita il suono corrispondente, purché il volume (byte 36878) sia alla soglia giusta. Ponendo invece un *valore nel* byte 36877, si ottiene invece un rumore bianco.
Prova a porre il volume in modo da poter sentire qualcosa con il tuo monitor o con il tuo televisore, e poi prova a generare delle note, usando in modo diretto i comandi POKE.
Il VIC può produrre ben 128 note diverse per ogni tonalità.

LINGUAGGIO

La musica programmata

Vediamo adesso come si può programmare un pezzo di musica. La cosa è molto semplice e banale, e di conseguenza un po' noiosa: devi scrivere - sotto forma di tabellina a due colonne - il tuo pezzo di musica, mettendo nella prima colonna il codice della nota e nella seconda la durata della medesima. Per esempio:

CODICE NOTA	DURATA
225	360
225	360
225	240
228	120
231	360
231	240
228	120
231	360
231	240
228	120
231	240
232	120
235	720
240	360
235	360
231	360
225	360
235	240
232	120
231	240
228	120
225	480

Se per la durata hai dei dubbi, puoi fare alcuni tentativi e correggerla dopo aver fatto delle prove.
Questa tabella di valori può essere caricata in memoria, sfruttando il comando DATA: si prepara cioè un blocco di dati usando le righe della tabellina una dopo l'altra.
Alla fine, per terminare la esecuzione, si usa un valore certamente non appartenente a qualche nota, per esempio il numero − 1. Il programma preleverà allora ordinatamente dal blocco dei DATA ciascuna nota (e la relativa durata) e se ne servirà per produrre la musica. Un'istruzione IF farà attenzione che - una volta letto il − 1 - il programma si arresti e non tenti di proseguire la lettura di DATA inesistenti.

Il blocco di dati da scrivere per la melodia appena scritta è questo:

```
1000 DATA 225, 360, 225, 360, 225, 240
1010 DATA 228, 120, 231, 360, 231, 240
1020 DATA 228, 120, 231, 240, 232, 120
1030 DATA 235, 720, 240, 360, 235, 360
1040 DATA 231, 360, 225, 360, 235, 240
1050 DATA 232, 120, 231, 240, 228, 120
1060 DATA 225, 480, - 1
```

A questo punto possiamo anche scrivere il programma che ci servirà per eseguire il motivo: potrai comunque suonare qualsiasi altra melodia, semplicemente modificando i valori delle DATA.

```
  10 S2 = 36875
  20 V = 36878
  30 REM CICLO PER SUONARE
  40 POKE V, 15
  50 READ P
  60 IF P = - 1 THEN END
  70 READ D
  80 POKE S2, P
  90 FOR N = 1 TO D : NEXT N
 100 POKE S2, 0
 110 FOR N = 1 TO 20 : NEXT N
 120 GOTO 50
1000 DATA ............
```

Prova il programma con il blocco dati che abbiamo appena scritto ed ascoltane il risultato; procurati quindi uno spartito musicale e cerca - partendo dalle note - di arrivare ai valori da scrivere nelle DATA: vedrai che tutto sommato non è un lavoro così faticoso. Nella parte della lezione dedicata alla programmazione riprenderemo comunque il discorso "musicale" con altri esempi di programmi.

Il pianoforte

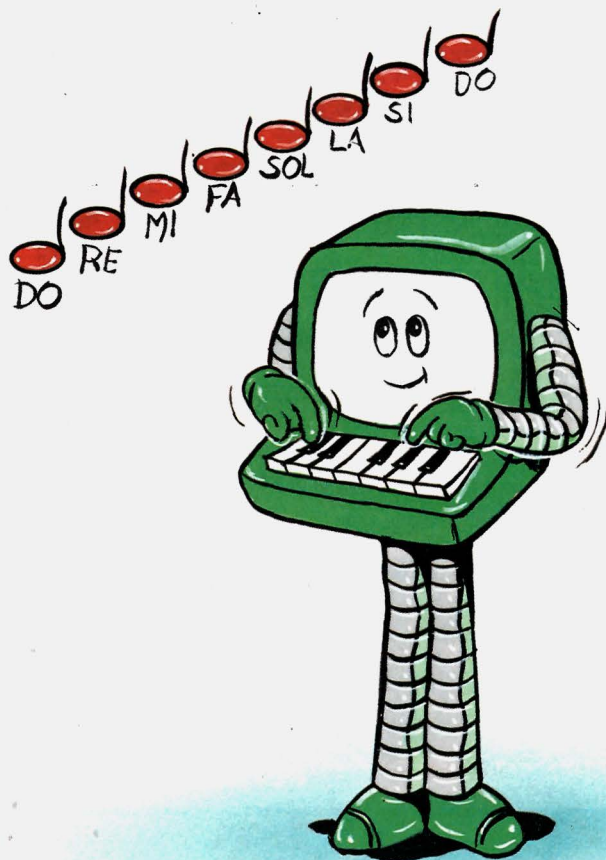
Proviamo a scrivere un programma che ci permetta di eseguire la musica impostandola direttamente dalla tastiera, proprio come se avessimo tra le mani un pianoforte "vero". Useremo questo accorgimento: faremo corrispondere le note musicali ad alcuni tasti, per esempio (utilizziamo una sola ottava) quelli dall'1 all'8. Se desidereremo poter sfruttare le ottave in tutta la loro estensione, potremo sempre utilizzare anche altri e più numerosi tasti che abbiano codifica ASCII crescente, per esempio A, B, C, ecc..
È infatti sufficiente un semplice calcolo per risalire dal tasto al numero che serve da indice per reperire il valore numerico corrispondente a ciascuna nota.
Nel nostro esempio si hanno:

1	2	3	4	5	6	7	8
SI	DO#	RE#	MI	FA#	SOL#	LA#	SI

Questo è il programma:

```
10 REM MEMORIZZA INDIRIZZI REGISTRI
20 S2 = 36875
30 V = 36878
40 POKE S2, 0
100 REM MEMORIZZA LA SCALA MUSICALE
105 DIM A (8)
110 FOR N = 1 TO 8
120 READ A (N)
130 NEXT N
140 DATA 223, 227, 230
150 DATA 231, 234, 236
160 DATA 238, 239
200 REM CICLO PER SUONARE
210 POKE V, 15
220 GET A$ : IF A$ = "  " THEN 220
230 N = VAL (A$)
240 IF N = 0 OR N = 9 THEN 300
250 POKE S2, 0
260 FOR T = 1 TO 25 : NEXT T
270 POKE S2, A (N)
280 GOTO 220
300 REM FINE PROGRAMMA
310 POKE S2, 0
320 END
```

Le linee da 10 a 40 memorizzano nelle variabili S2 e V gli indirizzi della tonalità e del volume, ponendo inoltre a zero la tonalità.

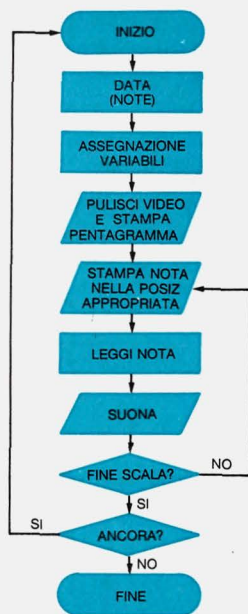
Le linee da 100 a 130 memorizzano i valori corrispondenti alla scala musicale nell'array A, che contiene 8 elementi. I valori delle note vengono prelevati dal blocco dati inserito nelle DATA alle linee 140-160. La linea 210 pone il volume al massimo. La linea 220 chiede una nota e resta in attesa fino a quando si risponde con la pressione di un tasto corrispondente alla nota desiderata. La linea 230 calcola il valore del tasto ed ottiene un numero da 1 a 8, che serve come indice per andare a prelevare da A(N) il codice della nota. Se premi 0 o 9, il programma termina: questa analisi viene fatta alla linea 240.
La linea 270 suona la nota voluta, mentre le 250 e 260 creano un intervallo di silenzio. La durata del suono dipende da te, cioè dalla velocità con la quale premi i tasti.
Come già detto prima, un possibile miglioramento del programma potrebbe essere quello di ampliare le scale musicali, aggiungendo altri tasti agli 8 per il momento disponibili.

Suono e immagini

Prova a battere ed eseguire questo programma:

```
  18 GOSUB 1000
  20 A = 128 + INT (RND (1) * 128)
  30 B = 128 + INT (RND (1) * 128)
  40 C = 128 + INT (RND (1) * 128)
  50 D = 128 + INT (RND (1) * 128)
  60 E = INT (RND (1) * 2) + 1
  70 F = 2 * E
  75 POKE 36878, F - 1
  90 FOR H = 1 TO 5 * E
 100 POKE 36874, A
 110 NEXT H
 120 FORH = 1 TO 5 * E
 130 POKE 36875, B
 140 NEXT H
 150 FOR H = 1 TO 5 * E
 160 POKE 36876, C
 170 NEXT H
 180 FOR H = 1 TO 5 * E
 190 POKE 36877, D
 200 NEXT H
 210 FOR H = 1 TO 2 * E
 220 POKE 36874, A
 230 NEXT H
 240 FOR H = 1 TO 5 * E
 250 POKE 36876, C
 260 NEXT H
 500 RUN
1000 PRINT CHR$ (147)
1010 POKE 36879, 16 * (INT (RND (1) * 16)) + (INT
     (RND (1) * 8)) + 8
1020 FOR J = 1 TO 5
1030 PRINT
1040 NEXT
1050 PRINT "COMPUTER SYMPHONY"
1060 PRINT
1065 FOR J = 1 TO RND (1) * 20 : PRINT "   "; : NEXT
1070 PRINT CHR$ (119 + INT (RND (1) * 15))
1075 FOR J = 1 TO RND (1) * 20 : PRINT "   "; : NEXT
1080 PRINT CHR$ (119 + INT (RND (1) * 15))
1085 FOR J = 1 TO RND (1) * 20 : PRINT "   "; : NEXT
1090 PRINT CHR$ (119 + INT (RND (1) * 15))
1095 FOR J = 1 TO RND (1) * 20 : PRINT "   "; : NEXT
1100 PRINT CHR$ (119 + INT (RND (1) * 15))
1110 RETURN
```

Avrai una dimostrazione di come il suono possa essere abbinato alle immagini, rendendo più piacevoli le visualizzazioni sullo schermo.
Il programma è capace di comporre della musica abbastanza malinconica, ma non per questo meno suggestiva. La principale struttura della musica viene dalle variabili A, B, C, D, E ed F, che vengono ridefinite in modo casuale ad ogni RUN. Data la casualità dell'effetto, ti sarà molto più semplice, per capire l'effetto delle varie istruzioni, battere il programma sul tuo VIC 20 e - con il listato in mano - eseguirlo diverse volte per controllare ciò che esse producono. Prova e vedrai: con un minimo di pazienza ed attenzione ti entreranno subito in testa idee per creare nuovi programmi di generazione musicale automatica!

Scala musicale

Gli obiettivi di questo programma sono 2:
1) stampare il pentagramma;
2) suonare la nota scritta di volta in volta.
Evidentemente, come mostra il flow chart, i passi sono sequenziali, ma la velocità di esecuzione è abbastanza elevata da dare la sensazione della istantaneità.
Riconoscerai certamente le locazioni riguardanti gli oscillatori.
Ti ricordo, invece, che la 7929 riguarda il video, la 38647 il colore, mentre il codice schermo 81 è il pallino della nota.

```
10 DATA 195, 201, 207, 209, 215, 219, 223
15 LET V = 36878 : LET S = 36875 : LET A = 7927
   : LET B = 38647
20 PRINT "◘ ◙" : POKE V, 15
25 FOR R = 1 TO 5 : FOR C = 1 TO 22
30 PRINT "–"; : NEXT C : PRINT : NEXT R
35 FOR N = 1 TO 7
40 LET C = N : IF N = 1 THEN LET C = 0
45 POKE A, 81 : POKE B, C
50 POKE A – 22, 103 : POKE B – 22, 0
55 LET A = A – 20 : LET B = B – 20
60 READ V : POKE S, V
65 FOR C = 1 TO 500 : NEXT C : NEXT N
70 POKE S, 0 : POKE V, 0
75 PRINT "QQQ RIPETO (S/N)"
80 GET A$ : IF A$ = " " THEN GOTO 80
85 IF A$ = "S" THEN RUN
```

L'effetto sonoro di questo programma è quello di una scala discendente. Cosa cambieresti per ottenere l'effetto opposto, ossia quello crescente?

```
10 POKE 36878, 15 : REM VOLUME
20 FOR F = 255 TO 128 STEP - 1
30 POKE 36874, F : REM NOTA
40 FOR R I = 1 TO 90 : NEXT : REM RITARDO
50 NEXT
60 POKE 36878, 0 :
   REM VOLUME 0
```

A	L'INTERO PROGRAMMA
B	IL RITARDO
C	IL CICLO DELLE FREQUENZE

Carica ed esegui i seguenti programmi; cerca poi di modificarli per renderli più realistici o suggestivi.

```
100 POKE 36878, 15
110 FOR L = 1 TO 20
120 FOR F = 255 TO 255 - INT (RND (1) * 128) STEP - 2
130 POKE 36876, F
140 POKE 36877, F
150 NEXT
160 POKE 36877, 0
170 NEXT
180 POKE 36876, 0 :
    POKE 36878, 0 : STOP
```

RAGGI FOTONICI

```
200 POKE 36878, 15
210 FOR T = 1 TO 500
220 POKE 36876, 131
230 POKE 36875, 130
240 POKE 36874, 130
250 NEXT T
260 POKE 36876, 0
270 POKE 36875, 0
280 POKE 36874, 0
290 POKE 36878, 0
```

SOTTOFONDO SPAZIALE